



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104900469 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201510356563. 9

H01J 37/304(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 06. 25

(71) 申请人 武汉大学

地址 430072 湖北省武汉市武昌区珞珈山武汉大学

申请人 武汉飞恩微电子有限公司

(72) 发明人 刘胜 付兴铭 刘亦杰 郑怀

张生志 张泽峰 甘志银 吴昕
沈沁宇

(74) 专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务

所(特殊普通合伙) 42222

代理人 张火春

(51) Int. Cl.

H01J 37/305(2006. 01)

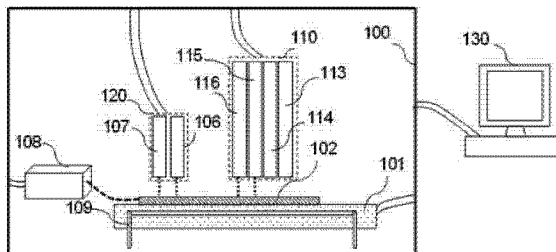
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于电子束与离子束复合技术的实时监控快速成型制造的设备及其利用其制备零件的方法

(57) 摘要

一种基于电子束与离子束复合技术的实时监控快速成型制造的设备包括真空室和控制与显示系统;所述真空室中设有可三维移动的工作台、进料和铺料装置、快速成型装置和实时监控装置;所述可三维移动的工作台中设有冷却液流通管道;所述快速成型装置为电子束设备;所述真空室、可三维移动的工作台、进料和铺料装置、快速成型装置和实时监控装置均与真空室外的控制与显示系统相连。利用该设备制备零件的方法为:(1)在工作平台上传送并铺设原材料,预热;(2)选择性扫描烧结,实时监控产品的微观结构;(3)依次反复重复步骤(1)和(2)。其优点为:该设备兼顾了加工精度和加工成本;该方法实现了复杂零件的快速成型和微观结构的精细加工。



1. 一种基于电子束与离子束复合技术的实时监控快速成型制造的设备,其特征在于包括真空室(100)和控制与显示系统(130);所述真空室(100)中设有可三维移动的工作台(101)、进料和铺料装置(108)、快速成型装置(120)和实时监控装置(110);所述可三维移动的工作台(101)中设有冷却液流通管道(109);所述快速成型装置(120)为电子束设备(107);所述真空室(100)、可三维移动的工作台(101)、进料和铺料装置(108)、快速成型装置(120)和实时监控装置(110)均与真空室(100)外的控制与显示系统(130)相连。

2. 根据权利要求1所述一种基于电子束与离子束复合技术的实时监控快速成型制造的设备,其特征在于:所述快速成型装置(120)还包括与电子束设备(107)集成的离子束设备(106),电子束设备(107)与离子束设备(106)可同时运动。

3. 根据权利要求1或2所述一种基于电子束与离子束复合技术的实时监控快速成型制造的设备,其特征在于:所述电子束设备的工作模式为连续式、脉冲式或高频扫描式;所述实时监控装置110包括扫描电镜系统113、X射线衍射仪114、红外摄像机115、质谱仪116中的一种或几种。

4. 根据权利要求3所述一种基于电子束与离子束复合技术的实时监控快速成型制造的设备,其特征在于:所述实时监控装置(110)包括扫描电镜系统(113)、X射线衍射仪(114)、红外摄像机(115)和质谱仪(116)。

5. 根据权利要求4所述一种基于电子束与离子束复合技术的实时监控快速成型制造的设备,其特征在于:所述扫描电镜系统(113)、X射线衍射仪(114)、红外摄像机(115)和质谱仪(116)集成在一起。

6. 根据权利要求4或5所述一种基于电子束与离子束复合技术的实时监控快速成型制造的设备,其特征在于:所述扫描电镜系统(113)包括二次电子探头、能谱仪和背散射探头;所述冷却液为水或液氮。

7. 一种利用权利要求1-6任一项所述设备制备零件的方法,其特征在于包括如下步骤:

(1) 利用进料和铺料装置向工作平台上传送并铺设原材料,预热;

(2) 开启电子束装置,对经步骤(1)预热后的原料进行选择扫描烧结,开启实时监控装置对产品的表面形貌、化学成分和相结构进行监控,并将测定结果反馈给控制与显示系统,调整快速成型制造工艺参数;

(3) 将工作平台向下移动,然后依次反复重复步骤(1)和(2)直到完成零件的快速成型制造。

8. 根据权利要求7所述制备零件的方法,其特征在于:所述步骤(2)中还包括以下步骤:使用离子束对已成型的没有达到零件加工精度要求的区域进行精细加工并选择性地冷却零件。

9. 根据权利要求7或8所述制备零件的方法,其特征在于:所述零件为金属零件、聚合物零件、陶瓷零件或复合材料零件。

10. 根据权利要求7所述制备零件的方法,其特征在于:所述的原材料为金属材料、聚合物、陶瓷或复合材料;所述金属材料为金属线条或金属粉末,所述陶瓷为陶瓷浆料,所述聚合物为聚合物凝胶。

一种基于电子束与离子束复合技术的实时监控快速成型制造的设备及其利用其制备零件的方法

[0001]

技术领域

[0002] 本发明涉及快速成型领域，具体涉及一种基于电子束与离子束复合技术的实时监控快速成型制造的设备及其利用其制备零件的方法。

背景技术

[0003] 快速成型技术是近年来新开发的一种用材料逐层或逐点堆积出器件的制造方法，主要是通过综合机械工程、CAD、数控技术、激光技术和材料等科学技术，把三维零件转化为由一系列二维零件截面制造的叠加。对于金属材料，目前普遍采用的是采用激光在气体保护下进行金属粉末的烧结或熔化，但在烧结某些特种金属（如钨、钛）及高温合金特种性能金属材料关键件时普通的激光快速成型便会显现出强度不高、吹粉、球化、残余应力高及表面粗糙高等缺点。目前在快速成型制造过程中仅有利用视觉监控外形尺寸，没有原位监控微观结构的设备，我们无从知道零部件的微观结构，也就不能对其机械性能进行更好地控制。

[0004] 电子束快速成型技术是近几年发展起来的一种快速制造技术。电子束快速成型制造出的零件材料纯度高（在真空中进行制造处理），也许可以使零件达到没有晶界或者只有单晶的情况，可以保证材料成型的灵活性和高能效以及优越的高温蠕变性能。通过电子束进行快速成型制造的材料，微观组织结构均匀完整，显著减小了材料的晶粒尺寸，可以很大程度上减少或避免强度不高、吹粉、球化、残余应力高及表面粗糙高等缺点。电子束的聚焦直径可达到 $0.1\ \mu\text{m}$ 以内，适于对零件的高精度加工。

[0005] 离子束与电子束产生原理类似，不同的是离子带正电荷，其质量比电子大数千、数万倍，如氩离子的质量是电子的 7.2 万倍，即使最轻的氢原子质量也是电子质量的 1840 倍，因而离子束比电子束具有更大的撞击动能，这是因为它是靠微观的机械撞击能量，而不是靠动能转化为热能来加工的，不会引起机械力和损伤，可以加工出更高精度和质量的结构。此外，离子束的聚焦直径可以达到 10nm 以下，其精细加工能力明显优于电子束，但其成本较高。

发明内容

[0006] 本发明针对目前快速成型制造方法中存在的强度不高、吹粉、球化、残余应力高及表面粗糙高等缺陷，结合电子束和离子束技术以及原位测量技术，提供了一种基于电子束与离子束复合技术的实时监控快速成型制造的设备及其利用其制备零件的方法。

[0007] 本发明的目的通过以下技术方案来实现：

一种基于电子束与离子束复合技术的实时监控快速成型制造的设备，包括真空室 100 和控制与显示系统 130，所述真空室 100 中设有可三维移动的工作台 101、进料和铺料装置

108、快速成型装置 120 和实时监控装置 110；所述可三维移动的工作台 101 中设有冷却液流通管道 109；所述快速成型装置 120 为电子束设备 107；所述真空室 100、可三维移动的工作台 101、进料和铺料装置 108、快速成型装置 120 和实时监控装置 110 均与真空室 100 外的控制与显示系统 130 相连。

[0008] 所述快速成型装置 120 还包括与电子束设备 107 集成的离子束设备 106，电子束设备 107 与离子束设备 106 可同时运动。

[0009] 所述电子束装置的工作模式为连续式、脉冲式或高频扫描式。

[0010] 所述实时监控装置 110 包括扫描电镜系统 113、X 射线衍射仪 114、红外摄像机 115、质谱仪 116 中的一种或几种。

[0011] 所述实时监控装置 110 包括扫描电镜系统 113、X 射线衍射仪 114、红外摄像机 115 和质谱仪 116。

[0012] 所述扫描电镜系统 113、X 射线衍射仪 114、红外摄像机 115 和质谱仪 116 集成在一起。

[0013] 所述扫描电镜系统包括二次电子探头、能谱仪和背散射探头。

[0014] 所述冷却液为水或液氮。

[0015] 一种利用上述设备制备零件的方法，包括如下步骤：

(1) 利用进料和铺料装置向工作平台上传送并铺设原材料，预热；

(2) 开启电子束装置，对经步骤(1)预热后的原料进行选择性的扫描烧结，开启实时监控装置对产品的表面形貌、化学成分和相结构进行监控，并将测定结果反馈给控制与显示系统，调整快速成型制造工艺参数；

(3) 将工作平台向下移动，然后依次反复重复步骤(1)和(2)直到完成零件的快速成型制造。

[0016] 上述方法的步骤(2)中还包括以下步骤：使用离子束对已成型的没有达到零件加工精度要求的区域进行精细加工并选择性地冷却零件。

[0017] 所述零件为模具、传感器、金属零件或陶瓷零件。所述零件为金属零件、聚合物零件、陶瓷零件或复合材料零件。

[0018] 所述的原材料为金属材料、聚合物、陶瓷或复合材料。

[0019] 所述金属材料为金属线条或金属粉末，所述陶瓷为陶瓷浆料，所述聚合物为聚合物凝胶。

[0020] 可三维移动的工作台 101、进料和铺料装置 108、快速成型装置 120 和实时监控装置 110 都设置在真空室内，都独立运动，但都与控制系统连接。

[0021] 所述控制与显示系统 130 可以实时显示快速成型的加工过程以及实时监控装置所检测的零件加工质量，同时可以协调控制所有设备的运动。

[0022] 该设备可以加工任何结构复杂或加工精度要求高的零部件。本发明所述的基于电子束与离子束复合技术的实时监控快速成型制造设备和方法，所述的实时监测与快速成型制造设备主要包括电子束装置、离子束装置、实时监控装置、进料和铺料装置、工作台、真空室、控制与显示系统，其特征在于：

所述电子束装置在高压下产生高强电子束流，然后通过聚焦系统和成形控制系统由电子枪发射，电子束装置可选择不同的工作模式：连续式、脉冲式、高频扫描式等。电子束用于

对原材料进行选择性的烧结熔化及固化,其聚焦直径可以达到 0.1 μm 以内。

[0023] 所述离子束装置是在真空条件下,将离子源产生的离子束经过加速聚焦并用离子枪发射,主要包括离子源、真空系统、控制系统和电源等对电子束快速成型制造的器件进行精细加工,如表面抛光、刻蚀小孔或修改微结构等,其精度可以达到 10nm 以下;

所述实时监控系統包括扫描电鏡系統、質譜儀, 紅外攝像儀和 X 射線衍射儀等組成。扫描电鏡(SEM)配备了二次电子探头、能谱仪(EDS)和背散射探头(EBSD),通过检测扫描电鏡激发出的二次电子、特征 X 射线和背散射电子分别用来分析零件的表面形貌、材料的元素种类与含量、进行相分析和获得界面(晶界)参数及检测塑性应变;質譜儀用来分离和检测同位素,进一步分析零件的成分;X 射线衍射儀用来精确测定零件的晶体结构和应力,进行物相分析;紅外攝像儀用来获得熔池及近邻的温度场和几何形貌。电子束、离子束和实时监控系統形成了一个閉環系統,从而可以有效控制加工和检测的协调性。

[0024] 本發明的設備中,电子枪、离子枪和实时监控系統安装在真空环境中,可以实现在加工和检测所需要的运动,原材料和加工零件由工作台承载,工作台可以实现三维运动,工作台内部设有液体管道,装有内冷液体(水,液氮等),制造过程是在真空装置中进行,为电子束和离子束快速成型及实时监控提供了良好的真空加工环境。

[0025] 本發明的快速成型制造方法,主要工作流程为:

(1) 在工作平台上,传送并铺设厚度一定(厚度的设定是根据零件对精度的要求而定)的原材料后预热(预热的温度和时间取决于使用的材料的性质);

(2) 使用电子束进行选择性的扫描烧结,随后使用扫描电极和 X 射线衍射儀检测产品的表面形貌、化学成分和相结构,将结果反馈给控制中心,调整相关的快速成型制造工艺参数(包括冷却速度),如有必要则使用离子束对已成型的特定区域进行精细加工并选择性地冷却零件;

工作平台向下移动一定距离,继续供给金属材料,重复上述过程直到完成零件的快速成型制造。

[0026] 根据产品的要求,并非以上所有的检测手段和加热冷却手段都需要同时使用,但这些装备和手段使得本系統具有通用性,对工件实现逐点控制,实现任意尺度形状成分和微观组织的在线控制。

[0027] 本發明提出了一種基于电子束与离子束复合技术的实时监控快速成型制造的设备及利用其制备零件的方法,所述设备主要包括电子束装置、离子束装置、实时监控系統,电子束对金属材料进行扫描烧结,实时监控系統进行实时的加工过程和零件的形貌、微观结构及成分的测量分析并反馈给控制系统,如有需要则启动离子束设备进行进一步精加工,电子束、离子束和实时监控系統形成了一个閉環系統,从而可以有效控制加工和检测的协调性。本發明实现了复杂零件的快速成型和微观结构的精密加工,使用实时监控提高了零件微观结构和质量的控制能力,为制造高强度、高精度、复杂结构的零件提供一种新的设备和方法。

[0028] 一种基于电子束与离子束复合技术的实时监控快速成型制造设备,所述的快速成型制造设备包括电子束装置、离子束装置、实时监控系統、进料和铺料装置、工作台、真空室、控制系统等,其特征在于:

所述的电子束装置用于对金属材料进行选择性的烧结熔化;所述离子束装置用来对电子

束快速成型制造的器件进行精细加工；所述实时监控系統包括扫描电鏡、X 射线衍射仪、质谱仪和红外摄像机等，用来进行实时形貌、温度、成分和微观结构的测量分析并反馈给控制系统；所述工作台用于承载原材料、加工和冷却零件；

所述的电子束、离子束和实时监控系統形成了一个闭环系統；

所述的电子束裝置的聚焦直径可达 0.1 μ m 以内；

所述的离子束裝置的聚焦直径可达 10nm 以下；

所述的所有裝置都在真空状态下工作；

所述的原材料可以是金属材料、聚合物、陶瓷、复合材料等；

所述的原材料的形式可以是金属线条、金属粉末、陶瓷浆料、聚合物凝胶等。

[0029] 所述的扫描电鏡集成了二次电子、背散射电子检测设备和能谱仪；

所述的工作台內制作有液体流通管道，可通水、液氮等对零件进行冷却的液体；

一种利用上述基于电子束与离子束复合技术的实时监控快速成型制造设备制备零件的方法，其工作流程为：

在工作平台上，传送并铺设厚度一定的原材料后进行预热；

使用电子束进行选择扫描烧结，同时使用实时监控系統来检测加工过程和产品的表面形貌、化学成分和相结构，将结果反馈给控制中心，调整相关的快速成型制造工艺参数，如有必要则使用离子束对已成型的特定区域进行精细加工并选择性的使用冷却手段来冷却零件；

工作平台向下移动一定距离，继续供给材料，重复上述过程直到完成零件的快速成型制造。

[0030] 所述的检测手段和加热冷却手段可以同时使用，也可以仅使用一部分，取决于加工产品的要求。

[0031] 将电子束与离子束技术结合，就可以兼顾加工精度和加工成本。

[0032] 本发明通过精确控制电子束与离子束的强度和聚焦直径，实现了复杂零件的快速成型和微观结构的精细加工，使用实时在线监控系统进行检测和控制提高了零件微观结构和质量的控制能力，为制造高强度、高成品率、高一致性的复杂结构的零件提供一种新的通用设备和方法。

附图说明

[0033] 图 1 为本发明的快速成型制造设备示意图；

图 2 为本发明的快速成型制造方法工作流程示意图，

其中，100- 真空室、101- 可三维移动的工作台、102- 零件、106- 离子束设备、107- 电子束设备、108- 进料和铺料装置、109- 冷却液流通管道、110 实时监控装置、113- 扫描电鏡系統、114-X 射线衍射仪、115- 红外摄像机、116- 质谱仪、120- 快速成型裝置、130- 控制与显示系統。

[0034] 具体实施方式：

实施例 1

图 1 为本发明的快速成型制造设备示意图。

[0035] 一种基于电子束与离子束复合技术的实时监控快速成型制造的设备，包括真空室

100 和控制与显示系统 130, 所述真空室 100 中设有可三维移动的工作台 101、进料和铺料装置 108、快速成型装置 120 和实时监控装置 110; 所述可三维移动的工作台 101 中设有冷却液流通管道 109; 所述快速成型装置 120 为电子束设备 107; 所述真空室 100、可三维移动的工作台 101、进料和铺料装置 108、快速成型装置 120 和实时监控装置 110 均与真空室 100 外的控制与显示系统 130 相连。

[0036] 所述快速成型装置 120 还包括与电子束设备 107 集成的离子束设备 106, 电子束设备 107 与离子束设备 106 可同时运动。

[0037] 所述电子束装置的工作模式为连续式、脉冲式或高频扫描式。

[0038] 所述实时监控装置 110 包括扫描电镜系统 113、X 射线衍射仪 114、红外摄像机 115、质谱仪 116 中的一种或几种。

[0039] 所述实时监控装置 110 包括扫描电镜系统 113、X 射线衍射仪 114、红外摄像机 115 和质谱仪 116。

[0040] 所述扫描电镜系统 113、X 射线衍射仪 114、红外摄像机 115 和质谱仪 116 集成在一起。

[0041] 所述扫描电镜系统包括二次电子探头、能谱仪和背散射探头。

[0042] 所述冷却液为水或液氮。

[0043] 集成的快速成型设备主要包括五个部分: 真空室 100、工作台 101、进料和铺料装置 108、快速成型装置 120、实时监控装置 110。工作台 101 内制作有液体流通管道 109, 内通液体用于对零件 102 进行冷却; 进料和铺料装置 108 可以用来铺设原材料; 快速成型装置 120 由电子束设备 107 和离子束 106 设备组成; 实时监控装置 110 包括扫描电镜系统 113、X 射线衍射仪 1134、红外摄像机 115 和质谱仪 116。所有设备都放置于真空室 100 内, 并与外面的控制系统连接。

[0044] 图 2 为本发明的快速成型制造方法工作流程示意图, 本实施例的工艺流程为: 在工作台 101 上使用进料和铺料装置 108 加载原材料之后, 首先由电子束设备 107 对材料进行扫描烧结熔化及固化, 紧随其后的实时监控装置 110 进行检测分析并反馈给控制系统, 如需进行精加工, 则启动离子束设备 106 对特定区域进行加工并同时进行检测, 重复上述过程直到零件的尺寸和精度达到要求后停止。所述零件为模具、传感器、金属零件或陶瓷零件。

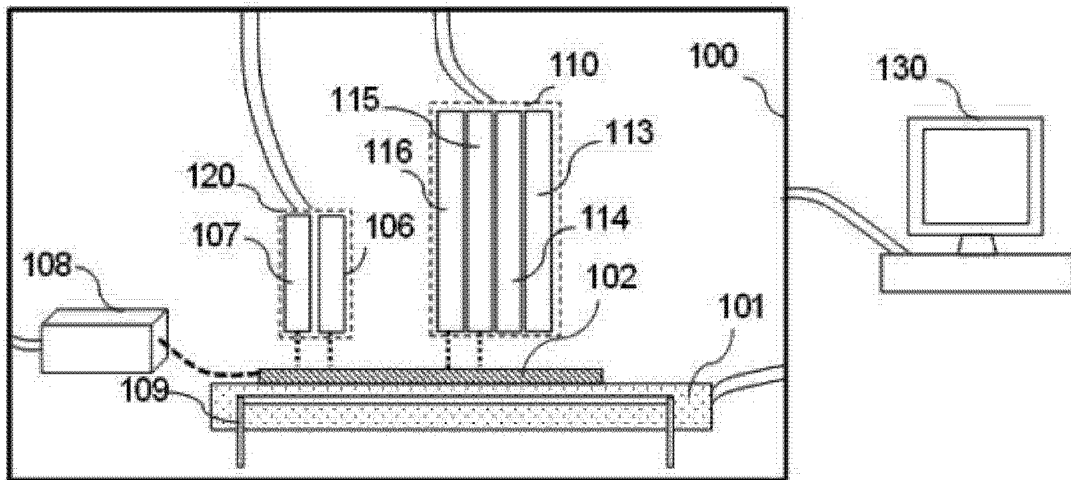


图 1

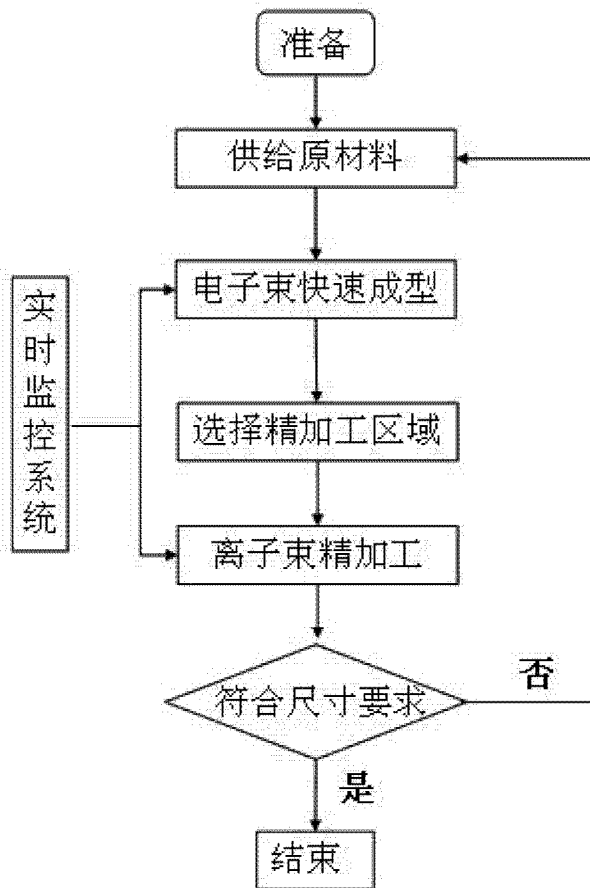


图 2